

Müller · Hoffmann & Partner - P.O. Box 80 12 20 - D-81612 München

**DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT**  
**80297 MÜNCHEN**

European Patent Attorneys  
European Trademark Attorneys

Dipl.-Ing. Frithjof E. Müller  
Dr.-Ing. Jörg Peter Hoffmann  
Dipl.-Ing. Dieter Kottmann  
Dr. Bojan Savic, Dipl.-Chem.

Innere Wiener Strasse 17  
D-81667 München

Telefon (ISDN): (089) 48 90 10 - 0  
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-44  
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-33  
E-Mail: mail@mh-patent.de  
Internet: www.mh-patent.de  
AG München PR 314

Deutsche Patentanmeldung Nr. 102 45 540.6-52  
**LITEF GmbH**  
Unsere Akte: 53.931

26.09.2003  
Mü/My/le

**Auf den Prüfungsbescheid vom 4. August 2003:**

1. In der Anlage werden die folgenden Unterlagen eingereicht:
  - 2 x neuer Patentanspruch 1,
  - 2 x neue Beschreibungsseiten 2, 3 und 3a.
2. Das Verfahren soll mit den folgenden Unterlagen abgeschlossen werden:
  - Neuer Patentanspruch 1 gemäß Anlage,
  - neue Beschreibungsseiten 2, 3 und 3a gemäß Anlage,
  - ursprüngliche Beschreibungsseiten 4 und 5,
  - ursprüngliche Figuren 1 und 2.
3. Gemäß dem Vorschlag des Herrn Prüfers wurde:
  1. Ein neuer Hauptanspruch eingereicht, der der vom Herrn Prüfer vorgeschlagenen Fassung entspricht;
  2. der im Prüfungsbescheid zitierte Stand der Technik in der Beschreibungseinleitung gewürdigt;

3. die Beschreibung an die geänderten Patentansprüche angepasst, und
4. Reinschriften des neuen Hauptanspruchs sowie der überarbeiteten Beschreibung eingereicht.
4. Es wird gebeten, auf der Grundlage der unter Ziffer 2 genannten Unterlagen ein Patent zu erteilen.
5. Sollte sich die Prüfungsstelle wider Erwarten nicht oder noch nicht mit den vorliegenden Unterlagen einverstanden erklären können, so wird zur Beschleunigung des Verfahrens eine Anhörung für sinnvoll angesehen und für diesen Fall hiermit beantragt.

Für LITEF GmbH



Frithjof E. Müller

Patentanwalt

**Anlagen:**

2 x neuer Patentanspruch 1

2 x neue Beschreibungsseiten 2, 3 und 3a

**Patentansprüche**

- 1    **1.**    Verfahren zur Regelung der Arbeitsfrequenz eines faseroptischen Gyro-  
skops (FOG) mit geschlossener Regelschleife, bei welchem ein demoduliertes  
Ausgangssignal des FOG-Detektors als Ist-Signal einerseits den Eingang eines  
FOG-Hauptreglers und andererseits über ein Austastfilter einen den Systemtakt  
5    des FOG bestimmenden VCO beaufschlagt, wobei das Ausgangssignal des FOG-  
Hauptreglers als Modulationssignal einem in einem multifunktionalen integriert-  
optischen Chip (MIOC) ausgebildeten digitalen Phasenmodulator zugeführt wird,  
und wobei zur Bestimmung und Regelung der exakten Arbeitsfrequenz des FOG  
dem demodulierten, zum Austastfilter gelangenden Detektorausgangssignal ein  
10    periodisches Zusatzmodulationssignal überlagert wird, **dadurch gekennzeichnet**,  
dass das Zusatzmodulationssignal als Analogsignal separaten im MIOC  
ausgebildeten Phasen-Korrektur Elektroden zugeführt wird.

15

20

25

30

**Verfahren zur Regelung der Arbeitsfrequenz eines faseroptischen Gyroskops****Beschreibung**

- 1 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Arbeitsfrequenz eines faseroptischen Gyroskops (FOG) mit geschlossener Regelschleife, bei welchem ein demoduliertes Ausgangssignal des FOG-Detektors als Ist-Signal einerseits den Eingang eines FOG-Hauptreglers und andererseits über ein Austastfilter
- 5 einen den Systemtakt des FOG bestimmenden VCO beaufschlagt, wobei das Ausgangssignal des FOG-Hauptreglers als Modulationssignal einem in einem multifunktionalen optischen Chip (MIOC) ausgebildeten digitalen Phasenmodulator zugeführt wird, und wobei zur Bestimmung und Regelung der exakten Arbeitsfrequenz des FOG dem demodulierten, zum Austastfilter gelangenden Detektor-
- 10 torausgangssignal ein periodisches Zusatzmodulationssignal überlagert wird. Im Zusammenhang mit der Erfindung wird außerdem ein multifunktional integrierter-optischer Chip (MIOC) für ein faseroptisches Gyroskop (FOG) beschrieben, der sich zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet.
- 15 In DE 197 53 427 C1 ist ein digitaler Phasenmodulator, insbesondere für faseroptische Drehratensensoren mit geschlossener Regelschleife, beschrieben, bei dem zur Erhöhung der Auflösung ein niedersignifikanter Anteil eines von einem FOG-Hauptregler gelieferten binären Ansteuersignals über einen Digital/Analog-Wandler relativ niedriger Auflösung in ein Analogsignal gewandelt wird,
- 20 das einer auf dem den digitalen Phasenmodulator enthaltenden integriert-optischen Chip separat vorgesehenen weiteren Elektrode zugeführt wird. Damit lässt sich die Auflösung von beispielsweise 8 auf ca. 10 Bit erhöhen. Die separate Elektrode oder gegebenenfalls ein separates Elektrodenpaar ist dem digitalen Phasenmodulator unmittelbar zugeordnet.
- 25 In der nicht vorveröffentlichten DE-Patentanmeldung 101 30 159.6 wird ein Verfahren zur Vermeidung von Bias-Fehlern aufgrund synchroner Einstreuung bei faseroptischen Gyroskopen mit geschlossener Regelschleife vorgeschlagen, bei dem vorgesehen ist, dem demodulierten Ausgangssignal des FOG-Detektors ein
- 30 im Abtasttakt des FOG periodisches Signal in Form einer Zusatzmodulation am digitalen Phasenmodulator innerhalb eines multifunktionalen integrierten optischen Chips zu überlagern. Die im demodulierten Detektorsignal vorhandenen Reste dieser Zusatzmodulation werden detektiert und einem Hilfsregelkreis zugeführt, welcher die Arbeitsfrequenz so nachregelt, dass die Zusatzmodulation möglichst zu Null wird.

- 1 Die Implementierung dieses bekannten Verfahrens, die zu einer erheblichen Erhöhung der Genauigkeit bei FOGs führt, hat jedoch in der Praxis durch die Verwendung eines gemischten Ansteuersignals am Phasenmodulator des MIOCs zu praktischen Schwierigkeiten, insbesondere zu einem gewissen Zielkonflikt, geführt, wenn gleichzeitig versucht wird, die Auflösung des digitalen Phasenmodulators ohne Vergrößerung der Baulänge des MIOCs anders zu lösen als in der oben genannten DE-Patentschrift beschrieben. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Phasenmodulator zur Erhöhung der Auflösung mit nicht-binären Ansteuersignalen betrieben werden soll.

10

Aus DE 695 10 776 T2 ist ein multifunktionaler integriert-optischer Chip für ein faseroptisches Gyroskop bekannt, in dem als mindestens eine Funktionsgruppe ein durch parallel zu einer Lichtführungsstrecke angeordnete Elektroden realisierter Phasenmodulator implementiert ist.

15

Aus DE 698 01 435 T2 sowie DE 196 29 260 C1 sind jeweils mehrere hintereinander geschaltete Phasenkorrekturolektroden bekannt, denen ein Zusatzsignal als Analogsignal zugeführt wird.

- 20 Der Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, das Verfahren zur Regelung der Arbeitsfrequenz eines FOG zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass ein periodisches Zusatzsignal zur Frequenzbestimmung bzw. Frequenzregelung des FOG als Analogsignal separaten im MIOC ausgebildeten Phasenkorrektur-Elektroden zugeführt wird.

25

- Ein multifunktionaler integriert-optischer Chip (MIOC) für ein faseroptisches Gyroskop, in dem als mindestens eine Funktionsgruppe ein durch parallel zu einer Lichtführungsstrecke angeordnete Elektroden realisierter Phasenmodulator implementiert ist, eignet sich zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch, dass zusätzlich zum Phasenmodulator ein parallel zur Lichtführungsstrecke angeordnetes Elektrodenpaar vorhanden ist zur Beaufschlagung eines Lichtstrahls auf der Lichtführungsstrecke mit einem periodischen Zusatzmodulationssignal zur Regelung der Arbeitsfrequenz des Gyroskops.

30

35

- 1 Eine optimierte Baugröße des integriert-optischen Chips lässt sich dann erzielen, wenn das zusätzliche Elektrodenpaar zwischen dem digitalen Phasenmodulator und einem Strahlteiler innerhalb des Chip angeordnet ist.
- 5 Die Erfindung und vorteilhafte Einzelheiten werden nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnungen in beispielsweise Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein schematisiertes Blockschaltbild der Architektur eines FOGs mit Darstellung der erfindungsgemäßen Arbeitsfrequenzregelung;

10

15

20

25

30

35